

**The 31<sup>st</sup> Annual Convention  
Indonesian, Association of Geologists**

**PIT XXX1 IAGI**

# **PROCEEDINGS**

**VOL I**

**ENERGY  
GEODYNAMIC**

**Organizing Committee The 31<sup>st</sup> IAGI Annual Convention  
Laboratorium Sucofindo, Jl. A. Yani 315 Surabaya, INDONESIA**

**Phone : 031-847-0547-50, Fax: 031-847-056**

**Email : [panpit31@indosat.net](mailto:panpit31@indosat.net)**

**[Sucolab@sby.dnet.net](mailto:Sucolab@sby.dnet.net)**

## WELCOME TO SURABAYA

I would like to welcome you to the 31<sup>st</sup> Annual Convention of the Indonesian Association of Geologists. We are very pleased that you have been able to join us today.

The very successful series of annual convention of the Indonesian Association of Geologists has been running since 30 years ago in the "three main cities of geologist", Jakarta, Bandung and Jogjakarta. On behalf of the committee, I am very proud that Surabaya for the first time was chosen to host the 31<sup>st</sup> in this year convention, with theme of *the Geologist's Role in Increasing the Prosperity of Eastern Indonesia*.

The purpose of the convention is to provide opportunity among the participants to share ideas and experiences in geological science and its current technology development. more important, the main focus of the convention is to present various topics on geological prospective in East Indonesia. It is expected that overall activity will yield significant output that can support local and regional development planning.

The convention consists of plenary session along with technical session and industrial booths exhibition. Prior to the convention main program the committee has successfully conducted some fieldtrips and short courses. Fieldtrips and short course will also be held after the convention. There are 84 papers will be presented in oral presentation and 68 papers in poster session.

Before we start the main program, I would like to acknowledge and thank a number of institution and individuals who have worked to make this convention take place. First of all, the sponsor of the convention who provided funding, namely, Amerada Hess, BP Indonesia, CNOOC, Conocophillip, Elnusa, Exlog Sarana Indonesia, Exspan Nusantara, Exxon Mobil, Freeport Indonesia, GDA, Geoprolog Inti Wijaya, Gulf Resources, INCO, INPEX Corps, Kondur PSA, Lasmo Oil, Pertamina, Petrochina, Radiant Utama, Rims Energy, Rio Tinto, Santos, Sucofindo, Total Fina Elf, Unocal Indonesia, Vico Indonesia.

I would also like to thank Andang Bachtiar who chaired the Convention Steering Committee and other members of the Steering Committee and the Organizing Committee, as well as the committee staff for their hard work throughout these few months leading to the convention. Finally, I would like to thank the Governor of East Java Province who will open the convention, the State Minister of East Indonesia Development Acceleration who will deliver keynote speech, and all of the keynote speakers, reviewers, short course's instructors, fieldtrip's leaders, as well -as those individuals who prepared and contributed papers and posters.

We thank you for agreeing to participate and share your wisdom in what I believe will turn out to be a very successful meeting. We have very full and interesting program.

Surabaya, September 30, 2002  
Organizing Committee  
Chair,  
Wahyudi Citrosiswoyo

## PREFACE

His Excellency the State Minister of Eastern Indonesia Development Acceleration,  
His Excellency the Governor of East Java Province,  
Distinguished guests,  
My fellow geologists and earth scientists from all over Indonesia and neighboring countries,

For the second time in my presidency term, I am standing here in front of you all, welcoming our guests, echoing the joys and enthusiasm of our earth scientists in meeting and discussing Indonesian geology topics in IAGI 31<sup>st</sup> Annual Convention and 5<sup>th</sup> MUNAS, in Surabaya.

Geology, Prosperity, and Eastern Indonesia are the three words that theme-up our IAGI 31<sup>st</sup> Annual Convention today. This theme has been deliberately chosen by IAGI, especially to remind our geological community of the many effort that can be contributed by our profession in increasing the prosperity of our nation, especially in Eastern Indonesia. We will use this forum to exchange ideas and discuss recent advances in geological science with regards to application in Indonesia, in particular Eastern Indonesia, and above all renew our friendships, networking, and scientific contacts.

Since established in 1960, this is the first event of IAGI Annual Convention that is conducted outside the 3 traditional “geological cities”, e.g.: Bandung, Jakarta, and Yogyakarta. This is to appreciate the encouraging development of geologist profession and communities in various regions in Indonesia, especially in relations to the “regional autonomy” implementation, represented by Surabaya. Surabaya set the example of the new paradigm of geology application in community development. IAGI Surabaya Chapter, which just newly formed in 2000 as the expansion of IAGI DIY-Jateng-Jatim, has been so actively socializing geology to community in many different sectors of development. The heroic spirit of “10 Nopember” seemed to have been inspiring our friends in Surabaya to keep on aiming at community prosperity through geology profession consistently. To acknowledge that, it is appropriate that we are conducting this 31<sup>st</sup> IAGI Annual Convention in Surabaya.

There is no single science or profession that can claim to be the only contributor to the nation prosperity. Geology is included. However, at least in some sectors, there are some sciences or professions that have more determining roles than the others. For geology, that sector is the extraction industry of earth forming materials (minerals and energy). This is made possible because geology is a science that studying about the physical characters of earth components and their genetic history. By applying geology science, human being can explore minerals and energy matters, because their occurrences follow the geology principles. This includes minerals and energy in Eastern Indonesia.

The geologists, however, should always be aware that environmental consideration has to be included in any work procedures for extracting those earth resources. Learning from the so many environmental problems (including social environment) following the mineral and energy exploitation in Western Indonesia, the implication of dominant role taken by ecology in the extraction-of mineral and energy in Eastern

Indonesia should also be a guarantee of environmental conservation and social justice. This is indeed easy to tell and be made as a slogan, but in reality often full of due to conflict of interests and different “language” across discipline/profession. To cope with that, I strongly expect that in this Surabaya IAGI event, discussions leading to solving of the above problems can be facilitated, and hence by the time we go back to our duties we may have more optimistic knowledge and skill resources to make Indonesia prosperous, especially the Eastern one.

Have a good and fruitful convention

Surabaya, September 30, 2002  
Indonesian Association of Geologists - IAGI  
President,

**Andang Bachtiar**

# LIST OF CONTENTS

## ENERGY: Petroleum Geology, Coal Geology

		Page
1	Application of The Correction Vitrinite Refractance Models in Central Sumatra Basin <i>M. Syafidin and B. Triwibowo.</i>	28
2	Characteristic of The Lithofacies And Fracture Development of The Eocene Ngimbang Carbonate Buildup. Wk-3 well, Kangean, PSC East Java Sea, Indonesia <i>S. Wulandari Hafsari dan Umiyatun Choiriyah</i>	29
3	Sedimen Pembawa Lapisan Batubara Di Daerah Pinang Sangata, Kaltim <i>B. Rahmad; Ediyanto</i>	42
4	Miocene Hydrocarbon System of The Southern Central Java Region <i>T. Kunto; R. Ryacudu; S. Budiyan, N. Muksin, B. Yulihanto, B. Wiyanto</i>	58
5	Geochemistry and Habitat Oil and Gas in The East Java Basin: Regional Evaluation and New Observations <i>A. H. Setyana, M. E. M. Purwaningsih</i>	68
6	Batuan Terobosan Di Daerah Bukit Kendi, Sumatera Selatan, Kaitannya Dengan Pematangan Dan Peningkatan Mutu Batubara <i>Hary Utoyo dan Subiyanto</i>	103
7	The Warukin Formation : An Alternative Source Rock In The Barito Basin <i>Haposan Napitupulu and Imam B. Sosrowidjojo</i>	138
8	Diatomae as an Indicator of Aquatic Environment <i>Cheiko Shimada</i>	156
9	Formation Permeability Estimation from Acoustic Data, Case Study of Rengan Condong Well <i>Aji W. Sudarwo and Musalam Latoconsina</i>	164
10	Well Image Analysis of Batu Raja Formation : Case Study of Well # TBB -01, Tambun Field - West Java <i>Jarot Setyowiyoto, Irwan Z Wildan, Yan Sudarmo</i>	178

11	Karakteristik Mineralogi Batubara Daerah Tondongkurah, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan <i>Sufriadin, Komang Anggayana. A. Sudarsono</i>	185
12	Reservoir Characterization Study To Delineate Dimension of Channel, Cinta Field, Sunda Basin. <i>Totok Subidyo; Atmawan T; Ronnie P; BenartoV</i>	193
13	Indikasi Endapan Estuaria pada Area II Lapangan Minyak Duri, Cekungan Sumatera Tengah <i>N. Younita, B. Simandjuntak</i>	224
14	Geological Reservoir of the Matoa Field Salawati Basin, Irian Jaya <i>R. Idris, Tasiyat, N. Djumhara</i>	236

**GEODYNAMIC: Structural Geology, Geothermal, Geomatematic, Geophysics, Remote Sensing Geology**

15	The Seismotectonic Data Base as Main Parameters for Prediction of The Tectonic Earthquake at Liwa Region, West Lampung Regency <i>A. Soehaimi, J. S Widarto, Masturyono, I. Effendi</i>	265
16	Evolution of The Salawati Structures, Eastern Indonesia : A Frontal Sorong Fault Deformation <i>A. H. Satyana; M. E. M. Purwaningsih, E. C. P. Ngantung</i>	277
17	Subsurface Liquifaction Potential of Maumere Coastal Zone Base on Ground Probing Radar (GPR) Record Interpretation <i>Y. Noviandi; K.Budiono</i>	294
18	Reinjection Wellsetting Study at The Kamojang Geothermal Field Based on Geochemical Tracer and Microseismic <i>B. Budiardjo; M. H. Thamrin; Nugroho. Z. Abidin</i>	306
19	Oblique Divergent Wrench Fault Movements Between The Islands of Sumba and Timor <i>R. Budiharto</i>	315
20	Aplication of Geostatistics Method for Deliniation on Enrichment Patern of The Laterit ic Nickel at Bukit TLB 3 Pomala Nickel Mining, Kolaka Regency, South East Sulawesi Province <i>Kamrullah M.: A. D. Titisari; W. Sasongko</i>	327

21	Underground Structures Interpretation of Granodiorite Intrusion from Geoelectrical Measurement Result for the Use of Groundwater Potential Development in Tanjungbintang Industrial Area South Lampung Regent Lampung Province <i>Maman Sumantri</i>	344
22	Distribution of Suspended Sediment in East Kalimantan Coasts, Observed from Satellite Imageries in Relation to Coastal Environment Condition <i>A. Nugrahadi, A. Murwanto and N. Hendiarti</i>	354
23	Submarine Landslide on The Sea Bottom of Maumere Bay, Flores, Based on The Interpretaion of Seismic Reflection Records <i>Kris Budiono</i>	364
24	Calcareous Nannoplankton and Foraminifera in the Surficial Sediment of Madura Strait <i>Vijaya Isnaniawardhani, E. Suparka, R. Kapid, H. Latief</i>	380
25	Data Visualization Through GIS-Internet Systems <i>Harahap, Zuki, Alaydrus, Jamal, and Rustandi &amp; Tjetjep</i>	387

# SEDIMEN PEMBAWA LAPISAN-LAPISAN BATUBARA DI DAERAH PINANG - SANGATA, KALIMANTAN TIMUR.

Oleh  
**Basuki Rahmad \***  
**Ediyanto\***

\*)Jurusan Teknik Geologi, Uniiiversitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

## Abstrak

Lapisan-lapisan batubara di daerah Pinang-Sangata Kalimantan Timur jumlahnya lebih dari 15 lapisan antara lain lapisan Melawan, Prima, Bintang, Sangata, Middle, Pinang, Mandili dll.

Runtunan stratigrafi rinci di daerah penelitian mulai dari bawah sampai atas adalah *Unit Pra-Sangata. Unit Inter Sangata – Middle Lower, Unit Inter Middle Lower - Middle Upper*. Masing-masing unit stratigrafi berkembang endapan : *overbank deposits* yang diendapkan di *flood plain* (seperti rawa-rawa atau marsh), *levee deposits*, *channel deposits* dan *splay deposits*. Perkembangan endapan-endapan tersebut selalu berubah faciesnya baik secara vertikal maupun lateral. Perubahan facies tersebut disebabkan oleh migrasi (pergeseran) *channel* secara lateral ke berbagai arah yang diikuti dengan progradasi yang cepat, pada lingkungan delta plain.

Faktor sedimen pembawa lapisan batubara khususnya fasies-fasies yang berkembang akan mempengaruhi terbentuknya splitting lapisan batubara, penebalan dan penipisan Iapisan batubara, kandungan abu dan kandungan sulfur.

## Abstrack

Coal Seams Bearing Sediment at the Pinang-Sangata Area, East Kalimantan  
Coal seams amount at the Pinang-Sangata area - East Kalimantan more than fifteen like that Melawan Seam, Prima Seam, Bintang Seam, Sangata Seam, Middle Seam, Pinang Seam, Mandili Seam, etc.

Succession of detail stratigraphy from bottom to top are Pra-Sangata Unit, Inter Sangata - Middle Lower Unit, Inter Middle Lower - Middle Upper Unit, and Post - Middle Upper: The each of the stratigcaphic. units develop many deposits are : overbank deposits at flood plain (e.g. swamp or marsh), levee deposits, channel deposits and splay deposits. The deposits development induced change of both vertical or. lateral facies. The change of facies caused by channel migration that followed by progradation at delta plain.

Coal bearing sediment factor especially the development of facies have been formed` splitting coal scam, thickening and thinning coal seam, ash content and sulphur content.



## 1. PENDAHULUAN.

Penelitian ini membahas tentang masalah lapisan batubara dan sedimen pembawa batubara yang dewasa ini sedang dilakukan penambangan oleh perusahaan-perusahaan tambang batubara, khususnya perusahaan tambang batubara yang berada di wilayah Kalimantan Timur sebagai bagian dari Cekungan Kutai. Oleh sebab itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai bahan masukan di dalam pekerjaan eksplorasi dan eksploitasi penambangan batubara.

Lapisan-lapisan batubara yang terdapat di daerah penelitian khususnya di daerah Pinang dan Sangata antara lain meliputi : *Melawan Seam, Prima Seam, Bintang Seam, Sangata Seam, Middle Seam, Pinang Seam, Mandili Seam*, sedangkan yang menjadi obyek dari penelitian ini adalah lapisan batubara dan sedimen pembawa batubara *Sangata Seam* dan *Middle Seam* yang termasuk dalam Formasi Balikpapan yang berumur Miosen Tengah. Sedangkan obyek pengamatannya adalah : 1. Lapisan-lapisan yang tersingkap di dinding tambang terbuka dan 2. Lapisan batuan yang ditembus oleh beberapa lobang bor, dan data yang tersedia sudah dalam bentuk log density dan radioaktif (gamma ray). Secara administratif lokasi penelitian terletak di Kecamatan Sangata, Kabupaten Kutai, Kalimantan Timur, yaitu di antara Sungai Sangata di sebelah selatan dan Sungai Bengalon di sebelah utara.

Secara geografis daerah penelitiai terletak 98000E - 99250E dan 197750N - 199250N terhadap posisi lokal wilayah daerah penelitian.

## 2. GEOLOGI REGIONAL

### 2.1 Kerangka Stratigrafi Regional.

Stratigrafi Cekungan Kutai bagian timur menurut Marks dkk. (1982), dari tua ke muda terdiri dari **Formasi Pamaluan** yang diendapkan pada Kala Miosen Awal, terdiri dari litologi batulempung dan serpih sisipan batupasir, di atasnya secara selaras diendapkan **Kelompok Bebulu** terdiri dari **Formasi Maruat** berumur Miosen Awal - Miosen Tengah (N2 - N90 dan **Formasi Pulau Balang** berumur Miosen Awal - Miosen Tengah (N6 - N9), kedua formasi tersebut litologinya

terdiri dari batugamping klastik dan terumbu yang saling bersilang jari, di atasnya secara selaras diendapkan **Kelompok Balikpapan** yang berumur Miosen Tengah (N9 - N13), terdiri dari **Formasi Mentawir** dan **Formasi Galingseh**, litologinya terdiri dari batupasir dan batulempung, yang saling bersilang jari. Secara tidak selaras diendapkan **Kelompok Kampung Baru** yang terdiri dari **Formasi Tanjung Batu** yang berumur Miosen Tengah - Pliosen (N13 - N21), litologinya terdiri dari batulempung, batupasir kuarsa, batugamping kristalin dan batulanau, kedua formasi tersebut saling bersilang jari, di atasnya secara tidak selaras diendapkan **Kelompok Mahakam** terdiri dari **Formasi Attaka** berumur Pliosen - Resent (N22 - N23) dan **Formasi Handil Dua** berumur Resent, kedua formasi tersebut saling bersilang jari.

Data geologi permukaan menunjukkan bahwa semakin ke timur umur batuan semakin muda. Batuan-batuan tersebut diendapkan mulai dari lingkungan neritik luar sampai delta. Lingkungan delta di daerah Sangata mengalami progradasi dari barat ke timur sejak Miosen Awal sampai Pliosen (Samuel dan Muchsin, 1975). Perbedaan penamaan formasi disebabkan oleh litologi yang mencerminkan endapan kompleks delta, dengan karakteristik khas yang disebabkan perubahan facies secara cepat.

## **2.2 Struktur Geologi Daerah Pinang dan Sangata**

Antiklin terbesar di daerah Sangata ada 2 (dua) yaitu : Antiklin Melawan dan Pinang yang berada di bagian barat dan timur dari lapangan batubara Sangata, diantara kedua antiklin tersebut terdapat Sinklin Lembak yang berarah utara - selatan.

“Plunge” Antiklin Pinang berarah menuju utara dan selatan dan membentuk struktur “*Dome Pinang*”, dimana struktur geologinya paling mendominasi di daerah Pinang dan Sangata. Munculnya “*mudrock*” ke permukaan diyakini berasal dari struktur diapir yang menerobos menuju permukaan (Gunawan, 1979; Muggeridge, 1987). Kemiringan lapisan Formasi Pulubalang yang berada di sekitar Dome Pinang yaitu di sisi barat, utara dan selatan berkisar antara  $15^{\circ}$  -  $20^{\circ}$ , menuju ke arah selatan dan timur kemiringan lapisan semakin besar hingga  $20^{\circ}$  -  $40^{\circ}$ . Struktur diapir tersebut menurut Muggeridge (1987), sangat berpengaruh terhadap pola peringkat batubara di daerah Sangata.

Sumbu lipatan Antiklin Melawan cenderung berarah utara - selatan dan menerus sampai di sebelah barat lapangan batubara Sangata sedangkan semakin ke utara dari lapangan batubara Sangata, “plunge” Antiklin Melawan semakin besar. Kemiringan lapisan Formasi Balikpapan di daerah penelitian berkisar  $12^{\circ} - 20^{\circ}$  yang terletak di sebelah timur dari Sinklin Lembak.

Sinklin Lembak merupakan sinklin utama di daerah Sangata, terletak diantara Dame Pinang dan Antiklin Melawan dimana plungenya semakin besar ke arah utara.

Secara struktural Sinklin Lembak mengontrol penyebaran lapisan batubara di daerah Sangata.

Sesar-sesar yang ada di daerah Sangata dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu, sesar mayor dan sesar minor. Sesar mayor sebagai kontrol geologi terhadap keberadaan endapan batubara di daerah Sangata, sedangkan sesar minor dikarakteristikan sebagai sesar tumbuh (growth faults) yang mengontrol proses pengendapan batubara terutama untuk lingkungan pengendapannya.

Zona Sesar Villa (growth faulting) merupakan zona sesar utama sebagai pembatas endapan batubara di Sangata.

Arah sesar tumbuh di daerah Sangata bervariasi dari utara-selatan dan timur-barat. Sesar-sesar tumbuh yang berorientasi utara-selatan, kemungkinan sangat berperan aktif selama tahap pengendapan gambut, sehingga sesar-sesar inilah yang menyebabkan terjadinya splitting pada lapisan batubara di daerah Sangata (Muggeridge, 1987). Sedangkan sesar-sesar tumbuh yang berarah timur-barat, kemungkinan juga berperan aktif selama pengendapan gambut walaupun tidak sekuat bila dibanding dengan sesar tumbuh yang berarah utara-selatan.

Secara umum struktur geologi daerah penelitian berupa sayap sinklin – antiklin, dengan arah kemiringan lapisan relatif ke barat, sedangkan besar kemiringan lapisan dari bagian timur ke barat relatif menurun yaitu rata-rata dari  $17^{\circ} - 11^{\circ}$ . Struktur sesar tidak ditemukan di daerah penelitian.

### 3. GEOLOGI RINCI DAERAH PENELITIAN

Geologi daerah penelitian terdiri dari **satuan batulempung**, **satuan batulanau** dan **satuan batupasir** serta tersingkapnya lapisan batubara *Sangata Seam*, *Middle Seam*,

*Pinang Lower Seam* dan *Pinang Seam* yang terletak di sayap barat dari Lembak Sinklin dengan arah kemiringan ke barat (gambar 1).

### 3.1 Stratigrafi Rinci Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengukuran stratigrafi terukur, maka stratigrafi rinci daerah yang diamati hanya terdapat 1 formasi yaitu **Formasi Batikpapan** dengan ketebalan 79,5 meter. Secara vertikal mulai dari bawah sampai atas dibagi menjadi **4 unit stratigrafi** yaitu, **unit 1** (*Pra, Sangata*), **unit 2** (*Inter Sangata - Middle Lower/ Middle*), **unit 3** (*Middle Lower- Middle Upper*) dan **unit 4** (*Post-Middle Upper/Middle*) (gambar 2).

Hasil pengukuran stratigrafi terukur tersebut kemudian dapat dibandingkan dengan hasil analisa data log density dan log gamma ray dari sumur pemboran nomor **C11503** yang berjarak kurang lebih 100 meter sebelah selatan dari lintasan stratigrafi terukur untuk memperlihatkan perubahan facies secara vertikal (Gambar 3).

Pada unit 4 (*Post Middle*), diantara litologi batulempung dengan batupasir terdapat batulempung gampingan, yang mengandung fosil bentonik *Trochammina inflata* (Montaga), *Arenoparella mexicana* (Kornfeld), *Discorinopsis aquayoi* (Banner & Blow), menunjukkan lingkungan batimetri transisi - neritik tepi (0 - 20m), yang berada di *marsh habitat* (Bandy, 1967), sedangkan fosil planktoniknya terdiri dari *Globorotalia tumida* (Brady), *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *Globigerinoides immaturus* (LeRoy), *Globigeronoides obliquus* (Bolli), *Globoquadrina altispira* (Cushman), umur Mio-Pliosen (Blow, 1969).

## 4. SEDIMENTOLOGI BATUBARA

Batubara terbentuk bersama-sama dengan bahan anorganik yang umumnya berupa sedimen klastik halus seperti batulempung, batulanau dan batupasir. Asosiasi batuan tersebut merupakan lapisan sedimen pembawa batubara (*coal bearing bed*).

Untuk mengetahui lingkungan pengendapan sedimen pembawa batubara *Sangata Seam* dan *Middle Seam*, penulis menghubungkan beberapa data utama untuk saling melengkapi yang terdiri dari :

a. **Data singkapan (mine-cut)** yang berupa profil stratigrafi rinci

b. **Data pemboran** yang berupa hasil interpretasi litologi dan lapisan batubara yang diwujudkan dalam bentuk **log “gamma ray”**

Selanjutnya dari masing-masing unit stratigrafi, kemudian dibagi lagi menurut jenis endapannya berdasarkan lithofaciesnya: *overbank deposits*, *levee deposits*, *splay deposits*, dan *channel deposits*. Ke 4 jenis endapan tersebut pada umumnya banyak terdapat di lingkungan *delta plain* yang merupakan bagian dari kompleks pengendapan delta.

Lingkungan pengendapan delta terdiri dari akumulasi endapan sungai (fluvial) yang bermuara di pantai dengan mekanisme pengendapan progradasi (Allen, 1981; Allen, chambers, 1998). Komponen dasar suatu lingkungan pengendapan delta dibagi menjadi 3 sub-bagian lingkungan pengendapan berdasarkan ciri sedimen dan mekanisme pengendapannya yaitu : *delta plain*, *delta front* dan *prodelta*.

*Delta plain* terletak di atas permukaan laut, endapannya berasal dari endapan aluvial yang berupa sedimen fraksi halus seperti :

(1) batulempung yang diendapkan di daerah *flood plain* yang merupakan lingkungan rawa-rawa (*coal swamp*) dan *marsh* dengan jenis endapannya adalah *overbank deposits*, dan (2) sedimen fraksi kasar berupa batupasir yang diendapkan di sub-lingkungan *tributary channel* (*channel deposits*), ciri-ciri litologi batupasir antara lain : laminasi karbonan, *cross bedding*, *finning upward*, kontak erosional di bagian bawah dan terdapat *lag deposits* yang berupa fragmen-fragmen batubara. *Channel deposits* diendapkan secara akresi lateral pada *point bar*, secara lateral *channel deposits* akan berubah secara berangsur menjadi *overbank deposits* di daerah *flood plain*.

Batas antara *channel deposits* dengan *overbank deposits* dibatasi oleh tanggul alam (*natural levee*), endapannya disebut *levee deposits*, ciri-ciri litologinya adalah : batulanau, sortasi buruk, sisipan batupasir dan batulempung dengan susunan tidak teratur, bentuk batupasir dan batulempung adalah *lenticular*, struktur sedimen *flaser bedding*.

Sub-lingkungan *tributary channel* akan membentuk cabang-cabang aliran (*crevasse*) di sub-lingkungan rawa dengan cara memotong tanggul alam (*natural levee*), hasil endapannya disebut *splay deposits*, ciri-ciri litologinya adalah : batupasir berlapis, *splay deposits* berubah secara berangsur ke arah lateral menjadi *overbank deposits*. (Allen, dkk., 1998) (gambar 4).

Pembagian jenis endapan ini dipergunakan untuk menjelaskan runtunan secara vertikal dari urutan unit stratigrafi mulai dari bawah sampai atas, baik kolom

stratigrafi dari singkapan maupun dari data pemboran. Dengan demikian perubahan facies baik secara vertikal dan lateral dapat diketahui dari sedimen pembawa batubara.

#### **4.1. Perkembangan Jenis Endapan *Unit Pra-Sangata***

Perkembangan endapan pada *Unit Pra-Sangata* pada lobang bor **C11503** dan pada profil singkapan, terdiri dari endapan *levee deposits* yang membagi di kedua sisinya terhadap *overbank deposits*. ciri-ciri litologi *overbank deposits* di profil singkapan adalah: batulempung, abu-abu, terdapat nodul *siderite*, fosil daun, sisipan batupasir ukuran butir sedang-halus, kedudukan N 170°/15°, tebal 20cm-30cm, laminasi karbonan, *cross laminasi*, komposisi mineral kuarsa (gambar 2 dan 3), kontak tegas dengan bagian bawah lapisan batubara *Sangata*.

#### **4.2 Perkembangan endapan di *Unit Inter Sangata - Middle Lower (Middle)*.**

Endapan yang berkembang pada *Unit Inter Sangata-Middle Lower (Middle)* pada lobang bor **C11503** terdiri dari endapan *overbank deposits* dan *levee deposits* (gambar 3).

Ciri-ciri litologi *overbank deposits* di profil singkapan adalah, batulempung, abu-abu kehijauan, tebal 7,5m, terdapat nodul dan lapisan *siderite*, sisipan batupasir, tebal 10cm - 15cm, abu-abu, ukuran butir sedang halus, *cross stratifikasi*, laminasi karbonan (gambar 2). *Levee deposits* ciri-ciri litologinya adalah : batulanau, coklat kehijauan, menyerpih, sisipan batupasir halus dan batulempung secara tidak teratur (berbentuk *lenticular*), *flaser bedding*, laminasi karbonan, tebal 1,8m. *Splay deposits*, ciri- ciri litologinya adalah : batupasir, coklat, berlapis, ukuran butir pasir dan sedang, tebal 1,4m, laminasi karbonan, *flaser bedding*, komposisi mineral kuarsa, kedudukan N182°E/13°.

*Channel deposits* ciri-ciri litologinya adalah : di bagian bawah kontak erosi dengan batulempung, litologinya terdiri dari batupasir coklat, ukuran butir pasir sangat kasar - pasir halus, laminasi karbonan di bagian bawah terdapat orientasi fragmen batubara berukuran *pebble (lag deposits)* yang merupakan ciri dari aliran *traksi* (gambar 2).

#### **4.3 Perkembangan endapan di *Unit Inter Middle Lower - Middle Upper***

Endapan yang berkembang di Unit *Middle Lower-Middle Upper* adalah sebagai berikut :

*Overbank deposits* dapat diikuti di sumur **C11503** menerus sampai di profil singkapan (gambar 3).

*Overbank deposits* di profil singkapan, terpotong oleh *channel deposits* (tebal 11, 10m),

ciri-ciri litologi *channel deposits* adalah : batupasir, coklat, ukuran butir pasir sangat kasar - pasir halus, di bagian bawah terdapat orientasi fragmen batubara berukuran *pebble (lag deposits)*, laminasi karbonan, *planar cross bedding*, *finning upward*, *channel deposits* tersebut merupakan hasil pengendapan akresi lateral, tebal 11, 1m. Kontak erosi dengan lapisan batubara *Middle Lower* yang terletak di bawahnya. Secara lateral litologi batupasir berangsur berubah menjadi batulempung, perubahan litologi tersebut menunjukkan perubahan jenis alirannya, untuk batupasir merupakan *aliran traksi* yang diendapkan secara *akresi lateral*, sedangkan batulanau dan batulempung merupakan *aliran suspensi* (gambar 2).

#### **4.4 Perkembangan endapan di Unit *Post-Middle Upper (Middle)***

Endapan yang berkembang di Unit *Post Middle Upper (Middle)* pada profil singkapan (gambar 2) meliputi *overbank deposits*, *levee deposits* dan *splay deposits*. *Overbank deposits* kontak langsung dengan bagian atas lapisan batubara *Middle Upper*, ciri-ciri litologinya adalah : batulempung, hijau keabu-abuan, nodul siderite dan lapisan siderite, tebal 6,75m, sisipan batupasir, tebal 15cm - 20cm, ukuran butir pasir sedang dan halus, laminasi karbonan, *burrow*, *cross laminasi*, kedudukan  $N170^0/14^0$ , di atas batulempung adalah batulempung gampingan, ditemukan fosil bentonik *Trochammina inflata* (Montaga), *Arenoparella mexicana* (Kornfeld), *Discorinopsis aquayoi* (Banner & Blow), menunjukkan lingkungan batimetri transisi - neritik tepi (0 - 20m), yang berada di *marsh habitate* (Bandy, 1967).

*Overbank deposits* tersebut menerus dan menipis sampai lobang bor **C11503** (gambar 3).

*Splay deposits*, ciri-ciri litologinya adalah : batupasir, tebal 2,8m, coklat keabu-abuan, berlapis, ukuran butir pasir halus dan sedang, laminasi karbonan, *fluser bedding*, komposisi mineral kuarsa, kontak tegas dengan *overbank deposits*.

*Splay deposits* dari batupasir berlapis akan berubah secara berangsur ke arah lateral menuju lubang bor C11503 menjadi *overbank deposits* (batulempung) (gambar 3).

*Levee deposits* ciri-ciri litologinya adalah : batulanau, coklat kehijauan, menyerpih, sortasi buruk, sisipan batupasir halus dan batulempung secara tidak teratur (berbentuk *lenticular*), *flaser bedding*, laminase karbonan, tebal 2,3m. *Levee deposits* itu kontak tegas dengan bagian atas dari lapisan batubara Middle Upper dan membaji ke arah lintasan profil. (gambar 3).

Bagian atas batulempung adalah batulempung gampingan (*Marl*/no. conto P6), ditemukan fosil bentotnik *Trochammina inflata* (Montaga), *Arenoparella mexicana* (Kornfeld), *Discorinopsis aquayoi* (Banner & Blow), menunjukkan lingkungan batimetri transisi - neritik tepi (0 - 20m), yang berada di *marsh habitate* (Bandy, 1967).

**5. PEMBAHASAN SEDIMEN PEMBAWA BATUBARA (*Coal Bearing Sediment*)** Berdasarkan *lithofacies*nya maka *facies* yang berkembang dalam runtunan stratigrafi singkapan maupun dari data pemboran adalah : *overbank deposits*, *levee deposits*, *channel deposits* dan *splay deposits*. *Overbank deposits* pada umumnya merupakan endapan pembawa lapisan batubara *Sangata Seam*, *Middle Seam*, *Pinang Lower Seam* dan *Pinang Seam*. Endapan-endapan tersebut mengalami perubahan *facies* baik secara vertikal maupun lateral. Perubahan *facies* ini disebabkan oleh pergeseran (*migrasi*) *channel* secara lateral dengan progradasi yang cepat. Progradasi yang cepat biasanya terjadi di lingkungan *delta plain*, dengan adanya progradasi tersebut menyebabkan perkembangan atau pertumbuhan suatu delta, sehingga banyak menghasilkan lapisan batubara.

Perbedaan litologi batupasir dengan batulempung pada *channel deposits* (gambar 4), menunjukkan adanya perbedaan jenis alirannya. Jenis aliran batupasir adalah aliran *traksi* yang ditunjukkan dengan adanya orientasi fragmen batubara (*lag deposits*) pada bidang *erosi*, yang diendapkan secara *akresi lateral*, sedangkan jenis aliran batulempung-batulanau adalah *aliran suspensi* (gambar 4). Kehadiran *overbank deposits* yang banyak mendominasi di dalam urutan unit stratigrafi merupakan gambaran dari lingkungan *delta plain* yang didominasi oleh *produk fluvial*, yang kemudian diendapkan pada saat *flood water level* di daerah *flood plain*, sedangkan kehadiran *splay deposits* di dalam *peat swamp* disebabkan juga



oleh proses *progradasi* pada saat *flood water level* (gambar 4) (Allen, Chambers, 1998). Lingkungan pengendapan sedimen pembawa batubara tersebut, tentunya akan mempengaruhi pula terhadap karakteristik lapisan batubaranya antara lain terjadinya *splitting* dan penebalan - penipisan lapisan batubara.

*Splitting* tersebut menyebabkan lapisan batubara *Middle* bercabang menjadi 2 yaitu *Middle Upper Seam* dan *Middle Lower Seam*. Litologi antara kedua seam batubara hasil *splitting* tersebut adalah batupasir (*channel deposits*), batulempung (*overbank deposits*) dan batulanau (*levee deposits*).

*Splitting* pada lapisan batubara *Middle* terjadi pada saat akumulasi gambut berlangsung yang diikuti dengan penurunan cekungan dan pengendapan sedimen non batubara yang berupa batupasir (*channel deposits*), batulempung (*overbank deposits*) dan batulanau (*levee deposits*), di atas akumulasi gambut. Pada saat penurunan cekungan berhenti, proses pengendapan sedimen non batubara juga berhenti, kemudian akumulasi gambut akan berkembang lagi.

Pengendapan sedimen klastik tersebut dipengaruhi oleh aktifitas *distributary mouth bar* yang menghasilkan endapan *overbank*, *channel* dan *levee* yang masuk ke dalam *peat swamp*, kemudian mengerosi atau memotong akumulasi *peat*. Proses tersebut disebut dengan *washout*.

Litologi antara lapisan *Middle Lower Seam* dengan *Middle Upper Seam* terdiri dari batulempung (*overbank deposits*), *channel* batupasir dan batulanau (*levee deposits*). *Washout* merupakan erosi aliran sungai yang menghasilkan *channel* yang terisi oleh material sedimen klastik halus seperti batulempung atau batulanau.

Proses penebalan dan penipisan lapisan batubara tersebut dipengaruhi oleh 2 proses yaitu proses yang bekerja selama pengendapan dan proses yang bekerja sesudah pengendapan (Home, 1978)

Proses yang bekerja selama pengendapan, adalah penurunan cekungan, jika penurunan cekungan cepat yang diikuti dengan laju pertumbuhan gambut yang cepat menghasilkan ,

batubara yang tebal, demikian pula sebaliknya: Sedangkan proses yang bekerja sesudah pengendapan adalah proses erosional oleh *channel* batupasir yang menyebabkan penipisan pada lapisan batubaranya.

## 6. KESIMPULAN

- a. Jenis endapan yang berkembang di daerah penelitian dari aspek sedimentologi pembawa lapisan batubara adalah :
  - a. *Overbank deposits*, litologinya adalah batulempung diendapkan di daerah *flood plain*, endapan tersebut secara umum merupakan sedimen pembawa batubara terbesar di daerah penelitian,
  - b. *Levee deposits* yang berupa tanggul alam, litologinya adalah batulanau.
  - c. *Channel deposits*, litologinya adalah batupasir menghalus ke atas
  - d. *Splay deposits*, litologinya adalah batupasir berlapis yang diendapkan di daerah *coal swamp*.

Fosil benthos yang ditemukan dari penampang stratigrafi terukur hanya ditemukan di bagian paling atas yaitu pada unit 4 (*Post Middle Upper atau Middle*), dimana lingkungan pengendapannya adalah Marsh Habitate (Bandy, 1967), sedangkan di bagian bawah dari unit 4 (*Post Middle*) yaitu mulai unit 1 (*Pra-Sangata*), unit 2 (*Inter Sangata - Middle Lower*) dan unit 3 (*Inter Middle Lower - Middle Upper*) tidak ditemukan fosil benthos, hal ini kemungkinan besar disebabkan lingkungannya adalah anaerob (reduksi) sehingga fosil-fosil tersebut tidak bisa hidup, lingkungan seperti ini umumnya terletak di lingkungan rawa. Berdasarkan data asosiasi sedimen pembawa batubara Sangata Seam dan Middle Seam secara umum daerah penelitian terletak di lingkungan delta plain.

- b. Splitting lapisan batubara disebabkan oleh penurunan cekungan bersamaan dengan pengendapan sedimen klastik (dari aspek sedimentologi pembawa lapisan batubara) serta perubahan lingkungan pengendapan (dari aspek petrologi batubara).
- c. Penebalan dan penipisan lapisan batubara dipengaruhi oleh 2 proses : proses yang bekerja selama pengendapan (penurunan cekungan) dan proses yang bekerja setelah pengendapan (erosi oleh channel batupasir).

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P., & Chambers, J.L.C., 1998, Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta, East Kalimantan, Indonesia Indonesian Petroleum Association 231p.
- Bandy, O.L.; 1967, Foraminiferal Indices in Paleoecology. Houston, Texas: Essa Production Research Company, 77 p.
- Gunawan; R., 1979, Coal Prospects of the Sangata Area, Northern Part of the Kutei Basin, East Kalimantan. Rio Tinto Report No. 264
- Horne, et.al., 1978. Depositional Models in Coal Exploration and Mining Planning in Appalachian Region, AAPG Bulletin 62:2379-2411, America.
- Marks, E., Sujatmiko., Samuel, L., Dhanutirto, H., Ismoyowati, T., & Sidik, B. B., 1982, Cenozoic Stratigraphic Nomenclature in Kutei Basin, East Kalimantan, Indonesia. IPA Proceedings; 11<sup>th</sup> Annual Convention. P. 147 - 179.
- Muggeridge, G. D., 1987. The Geology and Exploration History of the Pinang Coal Deposits, East Kalimantan, Indonesia. Report no. 49. PT. Kaltim Prima Coal, (unpublished).
- Samuel, L., & Muchsin, S., 1975. Stratigraphy and Sedimentation in the Kutei Basin, East Kalimantan, IPA Proceeding, 4<sup>th</sup> Annual Convention.
- Sikumbang, N., Umar, L, & Sunaryo, R, 1981. Peta Geologi Lembar Sangata, Kalimantan Timur, Skala 1 : 250.000. Proyek Pemetaan Geologi dan Interpretasi Foto Udara. Bidang Geologi Regional. Bandung : Puslitbang Geologi. 44 hal.
- Ubaghs, J.G.H., 1934, The Geology of the Area Bordered by the Boengaloen River, Mahakam River and Makassar Strait (in Dutch). Indon. Geol. Survey Report No. S 37-3. 54p.